


## Method and arrangement for operating an internal combustion engine

**Patent number:** DE10152236  
**Publication date:** 2003-04-30  
**Inventor:** FRECH EBERHARD (DE); WAGNER WOLFGANG (DE)  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F02D41/06  
- **european:** F02D41/06D; F02D41/38C  
**Application number:** DE20011052236 20011020  
**Priority number(s):** DE20011052236 20011020

**Also published as:**

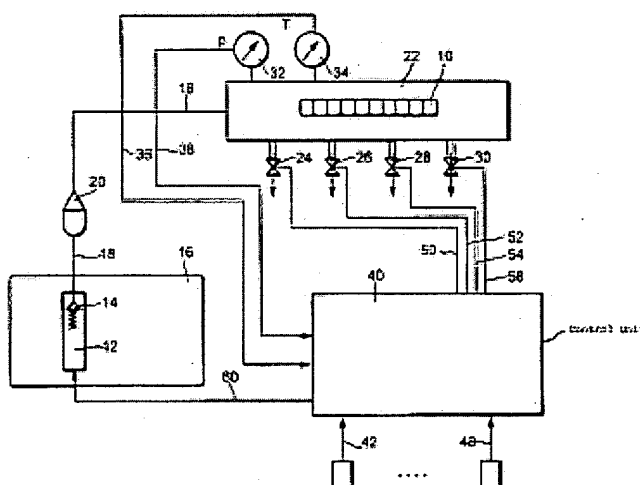


US6755183 (B2)  
 US2003075155 (A1)  
 JP2003138968 (A)  
 GB2382668 (A)  
 FR2831212 (A1)

**Report a data error here**

Abstract not available for DE10152236  
Abstract of corresponding document: **US2003075155**

The invention is directed to a method and an arrangement for operating an internal combustion engine wherein the vapor pressure curve is determined with a pressure sensor in the fuel metering pipe during the shutoff phase of the engine and the fuel injection quantity in a subsequent start of the engine is corrected in correspondence to this pressure curve.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**This Page Blank (uspto)**



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 52 236 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 D 41/06**

②① Aktenzeichen: 101 52 236.3  
②② Anmeldetag: 20. 10. 2001  
④③ Offenlegungstag: 30. 4. 2003

**DE 101 52 236 A 1**

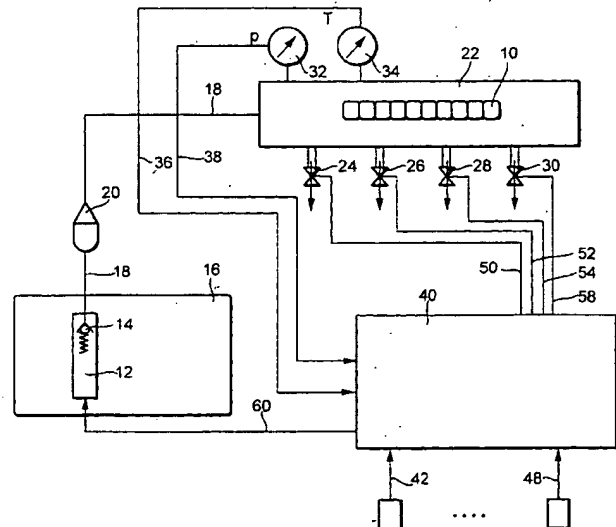
⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Frech, Eberhard, 73230 Kirchheim, DE; Wagner,  
Wolfgang, Dr., 70825 Korntal-Münchingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines Verbrennungsmotors

⑤⑦ Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Verbrennungsmotors vorgeschlagen, bei welchen mit einem Druckfühler im Zuteilerrohr des Kraftstoffes die Dampfdruckkurve während der Abstellphase des Verbrennungsmotors ermittelt wird und die Einspritzmenge bei einem nachfolgenden Start des Verbrennungsmotors entsprechend dieser Druckkurve korrigiert wird.



**DE 101 52 236 A 1**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Verbrennungsmotors.

[0002] Kraftstoffe unterscheiden sich in ihrem Siedeverhalten. Schwer siedende Kraftstoffe mit niedrigem Dampfdruck erfordern eine Mehrmenge des zugemessenen Kraftstoffs, vor allem solange der Motor seine Betriebstemperatur noch nicht erreicht hat. In einigen Anwendungen beträgt die beim Kaltstart erforderliche Anreicherung bei schwer siedendem Kraftstoff im Vergleich zu einem leicht siedenden Kraftstoff bis zu 40%.

[0003] Aus der DE 195 01 458 A1 (US-Patent 5 564 406) ist bekannt, abhängig von der Kraftstoffqualität die einzuspritzende Kraftstoffmenge zu korrigieren. Die Kraftstoffqualität wird dabei aus dem Verhalten der Lambdaabregelung in der Startphase abgeleitet.

[0004] Voraussetzung für die Adaption der Kraftstoffeinspritzmenge bei der bekannten Lösung ist daher eine betriebsbereite Lambdaabregelung. Diese liegt jedoch nicht unmittelbar beim Start der Brennkraftmaschine vor, so dass die Erfassung der Kraftstoffqualität bzw. der Kraftstoffeigenschaften zumindest für einige Anwendungen unvollständig ist, vor allem weil gerade in der Startphase die Anpassung der Einspritzmenge von besonderer Bedeutung ist. Ferner wird die Kraftstoffqualität bzw. die Kraftstoffeigenschaften lediglich indirekt erfasst, so dass Aussagen über die Genauigkeit der Adaption nur schwer zu treffen sind.

[0005] Beispielsweise aus der DE-A 199 34 357 ist ein mit Gas gefüllter, elastisch verformbarer Druckdämpfer bekannt, der in einem Kraftstoffverteilerrohr eines Verbrennungsmotors eingesetzt ist.

#### Vorteile der Erfindung

[0006] Durch direktes Erfassen der thermodynamischen Eigenschaften des Kraftstoffs wird eine genaue, zuverlässige und schnelle Ermittlung der Kraftstoffqualität bzw. der Kraftstoffeigenschaften bereitgestellt. Dies führt auch zu einer zufriedenstellenden Genauigkeit der Korrektur der Kraftstoffeinspritzmenge (unter Einspritzmenge wird im Folgenden auch die einzuspritzende Kraftstoffmasse verstanden).

[0007] Von besonderem Vorteil ist, dass das Kraftstoff-Luft-Verhältnis genauer eingestellt werden kann, so dass die Schadstoffemission reduziert und das Fahrverhalten verbessert wird. Dieser Vorteil zeigt sich besonders ausgeprägt bei einem Kaltstart.

[0008] Besonders vorteilhaft ist, mit einem Druckfühler im Zuteilerrohr die Dampfdruckkurve des Kraftstoffes während der Abstellphase im Kraftstoffverteiler zu messen, und die Einspritzmenge im Rahmen des nachfolgenden Betriebszyklus des Verbrennungsmotors entsprechend dieser Dampfdruckinformation zu korrigieren. In besonders vorteilhafter Weise wird daher die Kraftstoffmenge auch während der Phasen korrigiert, in denen sie noch gesteuert und nicht mittels einer Lambdaabregelung geregelt wird. Dies ist besonders wichtig für den Kaltstart und den Warmlauf des Motors. Moderne Abgasanforderungen werden also erfüllt.

[0009] Besonders vorteilhaft ist, wenn der Druckfühler im Zuteilerrohr ein Druckfühler ist, welcher im Rahmen der elektrischen Regelung des Kraftstoffdrucks im Verteilerrohr eingesetzt wird.

[0010] Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

[0011] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Fig. 1 zeigt dabei ein Übersichtsbild einer Brennkraftmaschine mit elektronischem Steuergerät, wobei die Elemente dargestellt sind, die mit Blick auf die nachfolgend geschilderte Vorgehensweise wesentlich sind. Fig. 2 zeigt ein Flußdiagramm, welches die Bestimmung des Korrekturfaktors in Abhängigkeit des Druckfühlersignals anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels darstellt. Fig. 3 zeigt ein Beispiel für eine Korrekturkennlinie.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0012] Fig. 1 zeigt ein Übersichtsbild eines Kraftstoffeinspritzsystems, wobei mit Blick auf die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise eine Auswahl der verwendeten Elemente dargestellt sind. Es wird ein Kraftstoffkreislauf mit Druckdämpfer in einem Kraftstoffverteilerrohr 22 gezeigt, der mit einem Gas, vorzugsweise mit Propan gefüllt ist. Dieser Druckdämpfer ist mit 10 bezeichnet. Ferner ist eine Kraftstoffpumpe 12 vorgesehen, welche ein Rückschlagventil 14 aufweist. Kraftstoffpumpe und Rückschlagventil sind in einem Tank 16 eingebaut. Ausgangsseitig der Pumpe führt eine Kraftstoffversorgungsleitung 18 über einen Kraftstofffilter 20 zu dem Kraftstoffverteilerrohr 22. Vom Kraftstoffverteilerrohr 22 werden die Einspritzventile 24, 26, 28 und 30 mit Kraftstoff versorgt. Ferner ist ein Sensor 32 vorgesehen, welcher den Druck P im Verteiler 22 mißt. In einem Ausführungsbeispiel ist ferner ein Temperatursensor 34 vorgesehen, welcher die Kraftstofftemperatur im Verteiler mißt. Die beiden gemessenen Signalgrößen werden über elektrische Leitungen 36 und 38 einem elektronischen Steuergerät 40 zugeführt. Dieses empfängt über weitere Eingangsleitungen 42 bis 48 weitere Betriebsgrößen des Verbrennungsmotors und/oder des Fahrzeugs, welche zur Durchführung von Motorsteuerfunktionen ausgewertet werden. Über Ausgangsleitungen 50, 52, 54 und 58 übermittelt die Steuereinheit 40 Ansteuersignale für die Einspritzventile, die die Zumessung einer gewünschten Kraftstoffmenge bewirken. Über eine weitere Ausgangsleitung 60 steuert die Steuereinheit 40 die Elektrokraftstoffpumpe 12, vorzugsweise im Rahmen einer Regelung des Drucks im Kraftstoffverteilerrohr an.

[0013] Wie nachfolgend dargestellt, wird die Kraftstoffqualität bzw. dessen Siedeverhaltens durch Messung der thermodynamischen Eigenschaften des Kraftstoff bestimmt. Aus einer Dampfdruckkurve wird ein Korrekturfaktor für die Einspritzmenge abhängig vom ermittelten Siedeverhalten berechnet. Diese Dampfdruckkurve wird mit Hilfe eines Druckfühlers im Zuteilerrohr des Kraftstoffes während der Abstellphase des Verbrennungsmotors gemessen und die Einspritzmenge bei einem nachfolgenden Startvorgang entsprechend dieser Dampfdruckinformation korrigiert. Dabei bleibt in der Abstellphase des Verbrennungsmotors, zumindest solange die Ermittlung der Dampfdruckkurve läuft, die elektronische Steuereinheit aktiv.

[0014] Zur Messung der Kurve wird der Druck im Kraftstoffzuteiler unter den Sättigungsdampfdruck des Kraftstoffes abgesenkt. Druck und gegebenenfalls die Temperatur im Kraftstoffverteiler werden während der Abkühlung des Kraftstoffes gemessen und in der Steuereinheit, dort in einem Speicher des dort vorhandenen Mikrocomputers, abgespeichert. Aus den gespeicherten Daten wird die Dampfdruckkurve des Kraftstoffes ermittelt, bei vorhandenem Temperatursensor abhängig von der Temperatur des Kraftstoffes bestimmt, und zur Korrektur der einzuspritzenden

Kraftstoffmenge verwendet.

[0015] Zur Messung des Dampfdruckes ist also der Druck im Kraftstoffzuteiler unter den Sättigungsdampfdruck des Kraftstoffs abzusinken. Dazu stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, die je nach Ausführungsbeispiel eingesetzt werden:

- Eine erste Möglichkeit besteht darin, die Kraftstoffpumpe invers zu betreiben und Kraftstoffvolumen aus dem Kraftstoffverteiler abzusaugen.
- Eine zweite Möglichkeit besteht in dem Zuschalten eines Unterdruckspeichers, welcher am Kraftstoffverteiler oder an den Kraftstoffzuleitungen angebracht ist, analog zu der Verwendung zur Speicherung von Saugrohrunterdruck für Servosysteme.
- Eine dritte Möglichkeit ist das Öffnen der Einspritzventile, so lange Unterdruck im Saugrohr oder im Zylinder vorherrscht.
- Die vierte Möglichkeit besteht in der Verwendung eines Dehnelements, das beim Abkühlen das Volumen des Kraftstoffverters vergrößert, beispielsweise eine Bimetallvorrichtung, die vom Kühlwasser beheizt wird und beim Abkühlen das Volumen des Kraftstoffverters vergrößert.
- Eine letzte Möglichkeit stellen die im Kraftstoffzuteiler eingebauten Druckdämpfer, die als elastisch dünnwandige Metallrohre eingebaut sind. Diese Druckdämpfer können beispielsweise mit Propan oder einem vergleichbaren Gas gefüllt werden, dessen Volumen ausreichend temperaturabhängig ist. Der Innendruck ändert sich dann von 6 bar bei 0° auf 20 bar bei 60°. Durch den Gasdruck dehnt sich der Druckdämpfer bei Erwärmung aus oder verkleinert sein Volumen bei Abkühlung.

[0016] Je nach Konfiguration des Kraftstoffsystems und je nach Anwendung wird eine der obengenannten Möglichkeiten zur Absenkung des Drucks im Kraftstoffzuteiler bei Abschalten des Verbrennungsmotors eingesetzt.

[0017] In einer vorteilhaften Ausführungsform wird zusätzlich die Temperatur im Kraftstoffzuteiler berücksichtigt. Diese Temperatur wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel mit einem Temperaturfühler, welche die Temperatur des Kraftstoffs im Kraftstoffzuteiler erfasst, gemessen. Ist ein solcher Temperaturfühler nicht verfügbar, so wird die Temperatur aus bereits im Steuergerät vorhandenen Temperaturinformationen berechnet, beispielsweise abhängig von der Kühlwassertemperatur, der Last, der Drehzahl, der Betriebsdauer und/oder der Luftmasse. Dabei steigt prinzipiell die Kraftstofftemperatur mit der Kühlwassertemperatur, während sie mit höherer Last und höherer Drehzahl absinkt, da in diesen Betriebszuständen der Kraftstofffluß vergrößert ist.

[0018] In der elektronischen Steuereinheit wird ein Modell für die Dampfdruckkurve des Kraftstoffs verwendet. Die Parameter dieses Modells werden aus den Meßwerten des Dampfdruckes während der Abstellphase abhängig von der Temperatur nach Abstellen des Verbrennungsmotors bestimmt. In einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel hat es sich gezeigt, dass die Verwendung der Dampfdruckgleichung von Antoine zur Berechnung des Sättigungsdampfdruckes  $P_s$  geeignet ist, ein solches Modell zu beschreiben. Diese Gleichung lautet:

$$\ln P_s = A - B/(C + T).$$

[0019] Die Parameter A, B und C sind Stoffkonstanten und werden aus den Meßwerten des Dampfdruckes und der

Temperatur T nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate bestimmt.

[0020] Die Verwendung anderer Dampfdruckgleichungen ist in anderen Ausführungsbeispielen vorgesehen (z. B. die Dampfdruckkurve von Riedel, von Riedel-Plank-Miller, von Thek-Stiel, etc.). In erster Näherung gibt es sinnvolle Zahlenwerte bei Verwendung der Werte für Ethanol.

[0021] Auf diese Weise wird der Sättigungsdampfdruck des verwendeten Kraftstoffs bestimmt. Die Korrektur der einzuspritzenden Kraftstoffmenge bei der jeweiligen Temperatur im Kraftstoffzuteiler erfolgt mit Hilfe des Verhältnisses des Sättigungsdampfdruckes PSREF eines Referenzkraftstoffes, der für die Anpassung verwendet wird, zum Dampfdruck des verwendeten Kraftstoffes, der z. B. nach Maßgabe des obigen Modells aus der Dampfdruckmessung ermittelt wurde:

$$TK_{\text{kor}} = TI \times \text{Kennlinie}(PSREF/PS)$$

[0022] TI stellt dabei die Einspritzzeit dar, die auf der Basis von Betriebsgrößen wie z. B. Drehzahl und zugeführte Luftmasse bestimmt wird. Die Kennlinie, in der Korrekturwerte abhängig vom Verhältnis PSREF/PS abgelegt sind, weist kalibrierbare Parameter auf. Die Korrektur findet nur bei kaltem Motor statt. Die Werte der Kennlinie werden aus Startversuchen mit schwer siedendem Kraftstoff bestimmt. In einer Ausführung wird die Korrektur der Einspritzzeit über der Zeit abgesteuert, z. B. wird nach 20 sec vorzugsweise linear der Wert 1,0 als Korrekturwert erreicht. Ein Beispiel für die Korrekturkennlinie zeigt Fig. 3.

[0023] In einem konkreten Ausführungsbeispiel wird ein Kraftstoffverteiler mit Druckdämpfer eingesetzt, der mit Propan gefüllt ist. Nach Abstellen des Motors kühlt sich der Kraftstoffzuteiler von z. B. 80° auf 10° ab. Der elastische Druckdämpfer verringert durch die Druckabsenkung des Propan im Druckdämpfer sein Volumen. Das Rückschlagventil in der Kraftstoffpumpe ist so ausgeführt, dass es erst bei Förderung der Kraftstoffpumpe öffnet. Es stellt sich somit der Sättigungsdampfdruck des Kraftstoffes im Kraftstoffzuteiler ein. Die Temperatur und die Dampfdruckwerte werden im Steuergerät gespeichert. Es ergibt sich eine Kurve der Druckwerte über der Temperatur. Aus diesen werden die Parameter des Dampfdruckmodells bestimmt. Bei einem Neustart des Motors wird die einzuspritzende Kraftstoffmenge im Verhältnis des Dampfdruckes des Referenzkraftstoffes zu dem Modelldampfdruck korrigiert. Auf diese Weise wird eine genaue Berücksichtigung der Kraftstoffqualität bzw. von Kraftstoffeigenschaften bereits mit Beginn der Startphase möglich.

[0024] Die dargestellte Vorgehensweise zur Bestimmung des Sättigungsdrucks wird in einem Ausführungsbeispiel als Programm eines Mikrocomputers, der Teil der elektronischen Steuereinheit 40 ist, ausgeführt. Ein Beispiel für ein solches Programm ist anhand des Flußdiagramms der Fig. 2 dargestellt.

[0025] Das Programm wird mit Abstellen des Verbrennungsmotors eingeleitet. Dieses wird beispielsweise durch ein entsprechendes Signal vom Zündschalter oder durch Beobachtung der Motordrehzahl erzeugt. Danach wird zyklisch der Druck P im Kraftstoffverteiler sowie gegebenenfalls die Temperatur des Kraftstoffs im Kraftstoffverteiler gemessen. Die jeweiligen Meßwerte werden dann im Schritt 102 abgespeichert. Danach wird im Schritt 104 überprüft, ob eine ausreichende Anzahl von Meßdaten vorliegen. In einem anderen Ausführungsbeispiel wird überprüft, ob eine vorbestimmte Zeit seit Abstellen des Verbrennungsmotors abgelaufen ist oder ob keine wesentliche Änderungen der gemessenen Druckwerte mehr zu erkennen ist. Ist dies nicht

der Fall, so wird das Programm mit Schritt 100 wiederholt, so dass die Erfassung der Meßgrößen des Drucks und gegebenenfalls der Temperatur zyklisch erfolgt. Ist der Meßvorgang jedoch abgeschlossen, so werden im Schritt 106 die Parameter A, B und C nach Maßgabe der gespeicherten Meßwerte des Drucks und gegebenenfalls der Temperatur bestimmt. Daraufhin wird im Schritt 108 beispielsweise auf der Basis der obengenannten Dampfdruckgleichung der Sättigungsdruck PS des Kraftstoffes bestimmt. Dieser berechnete Wert wird dann als Modellwert PSMODELL gesetzt (Schritt 110), der im nachfolgenden Betriebszyklus des Verbrennungsmotors zur Korrektur der zuzumessenden Einspritzmenge dient. Nach Berechnung des Modellsättigungsdruckes wird das in Fig. 2 dargestellte Programm beendet. [0026] Vorstehend wurde die Vorgehensweise zur Bestimmung des Modellsättigungsdruckes am Beispiel der Dampfdruckgleichung von Antoine erläutert. In anderen Anwendungen werden andere Zusammenhänge zwischen Sättigungsdruck und Temperatur im Kraftstoffverteiler ausgenutzt. Im einfachsten Fall wird der Druck nach dem Abstellen solange gemessen, bis der Sättigungsdruck erreicht ist, d. h. keine wesentliche Druckänderung sich mehr einstellt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors, bei welchem der Druck im Kraftstoffverteiler ermittelt wird, wobei eine Signalgröße zur Bestimmung der Kraftstoffzumessung abhängig von Betriebsgrößen des Verbrennungsmotors ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druck im Kraftstoffverteiler nach Abstellen des Verbrennungsmotors ermittelt wird, und dass die Signalgröße zur Kraftstoffzumessung in einem darauffolgenden Betriebszyklus des Motors abhängig vom Druck ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der darauffolgende Betriebszyklus die Startphase des Verbrennungsmotors umfasst.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass abhängig vom Druck ein Korrekturwert gebildet wird, welcher zur Korrektur der Signalgröße ausgewertet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ferner die Temperatur des Kraftstoffs im Kraftstoffverteiler ermittelt wird und bei der Bildung des Korrekturfaktors berücksichtigt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach Abstellen des Motors Meßwerte für den Druck des Kraftstoffes im Kraftstoffverteiler über der Temperatur des Kraftstoffs im Kraftstoffverteiler ermittelt werden, auf der Basis dieser Werte der Sättigungsdruck des Kraftstoffes abgeleitet wird und in Abhängigkeit dieses abgeleiteten Sättigungsdruckes des Kraftstoffes die Signalgröße korrigiert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Abstellen des Verbrennungsmotors eine Druckabsenkung des Drucks im Kraftstoffverteiler stattfindet.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Absenken des Drucks im Kraftstoffzuteiler durch Absaugen eines bestimmten Kraftstoffvolumens aus dem Kraftstoffzuteiler erfolgt, oder durch Zuschalten eines Unterdruckspeichers zum Kraftstoffzuteiler oder durch Öffnen der Einspritzventile oder dass ein Element eingesetzt wird, welches das Volumen des Kraftstoffverteilers beim Abkühlen ändert.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Kraftstoffs im Kraftstoffzuteiler auf der Basis von Betriebsgrößen, vorzugsweise der Kühlwassertemperatur, ermittelt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalgröße, welche die Kraftstoffzumessung bestimmt, die Einspritzzeit bzw. die Länge an die Einspritzventile auszubehenden Ansteuerimpuls ist.

10. Vorrichtung zum Betreiben eines Verbrennungsmotors, mit einer elektronischen Steuereinheit, welche den Druck im Kraftstoffverteiler erfasst und welche wenigstens eine Signalgröße anhängig von Betriebsgrößen ermittelt, die die Kraftstoffmessung bestimmt, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit den Druck im Kraftstoffverteiler nach Abstellen des Verbrennungsmotors erfasst und in einem darauffolgenden Betriebszyklus des Verbrennungsmotors die wenigstens eine Signalgröße abhängig vom erfassten Druck vorgegeben wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

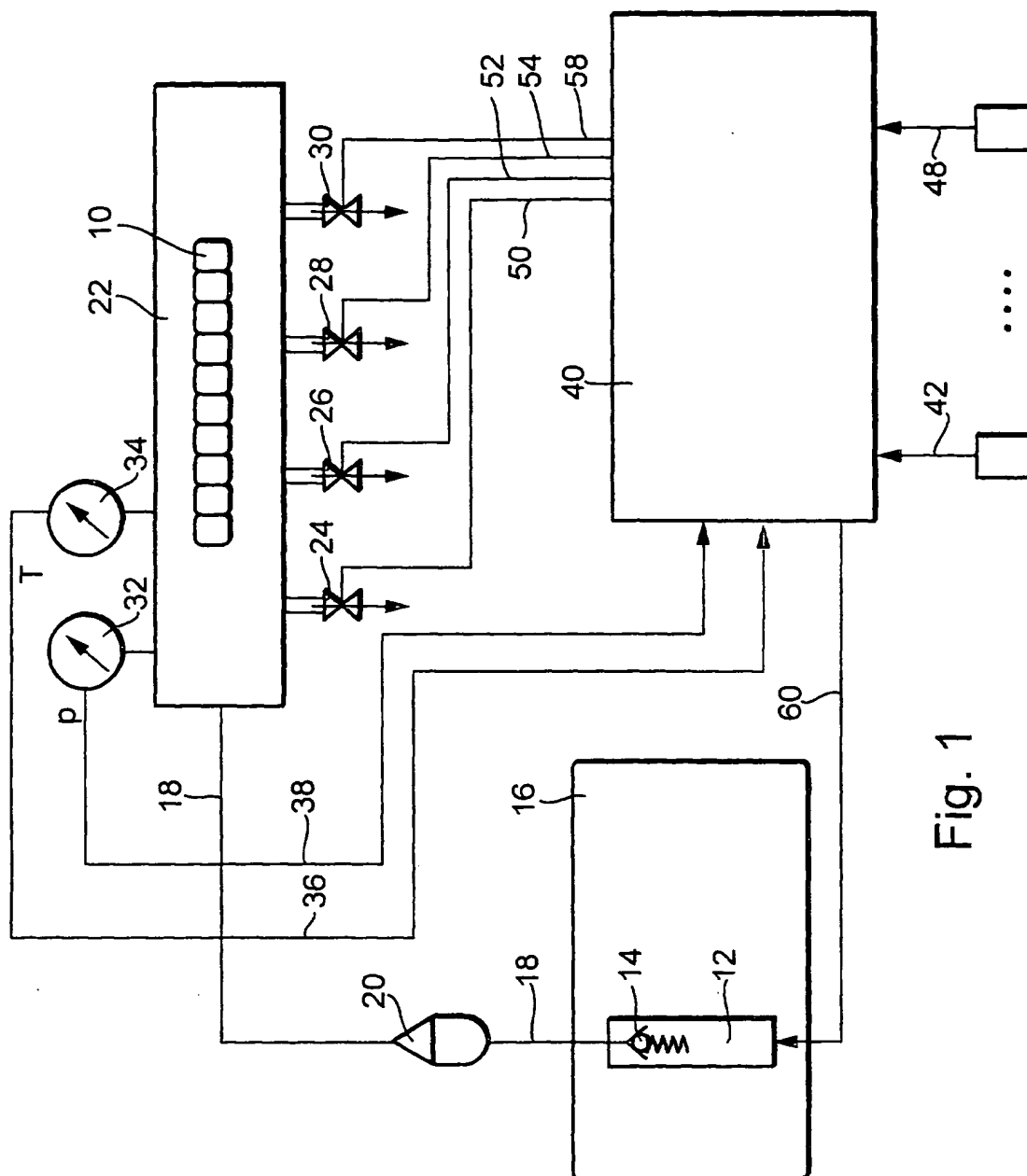


Fig. 1



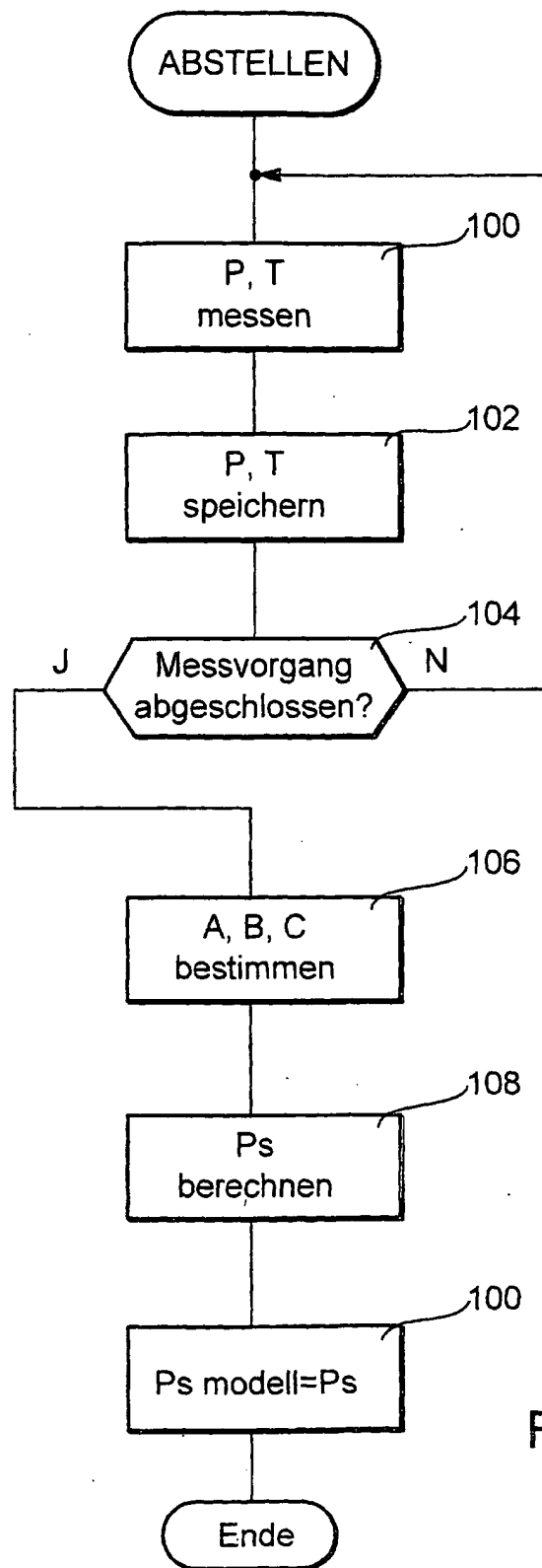


Fig. 2

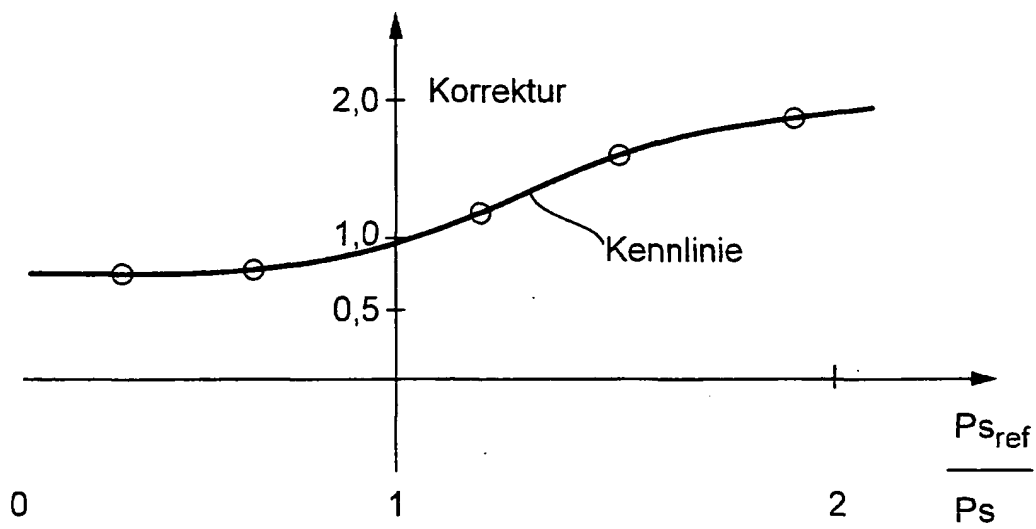


Fig. 3